



**Presidencia
de la Nación**

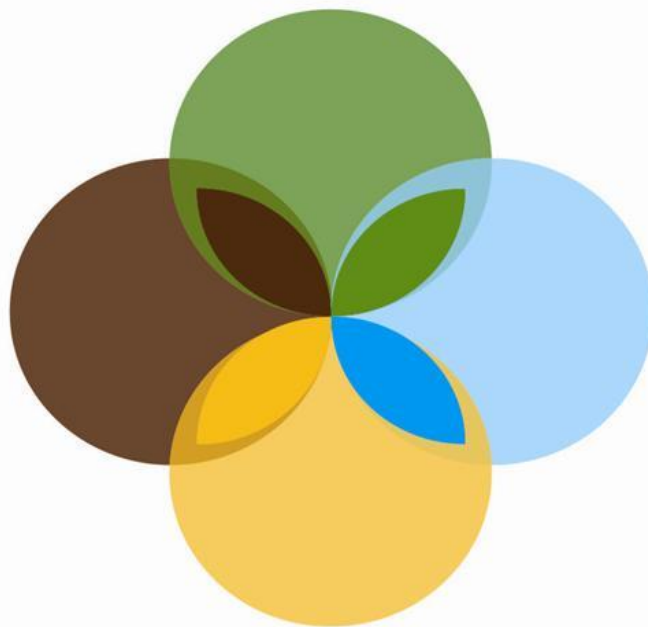
Ministerio de
Ciencia, Tecnología
e Innovación Productiva



BIOECONOMÍA
ARGENTINA | 20
EL POTENCIAL DE LAS REGIONES | 15

GAS VEHICULAR A PARTIR DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES EN RAFAELA

25 y 26 de junio de 2015
Bolsa de Comercio de Rosario
Paraguay 755, Rosario (2000), Santa Fe, Argentina



PROGRAMA
RAFAELA + SUSTENTABLE

Hacemos ciudad. Cuidamos el ambiente.

www.rafaela-sustentable.com.ar | rafaelasustentable@rafaela.gov.ar



Ciudad de **Rafaela**



unitar Premio América 2011
United Nations Institute for Training and Research

LA CIUDAD DE RAFAELA



PROGRAMA “RAFAELA + SUSTENTABLE”

22 de julio de 2011 el Programa “**RAFAELA + SUSTENTABLE**” nace de la visión de una ciudad que se adapta y responde a las nuevas necesidades del entorno y se nutre de la idea de que, en un mediano a largo plazo, todas las actividades que se desarrollen deberán ser consecuentes social, ambiental y económicamente con el medio que nos sustenta.



OBJETIVOS DEL PROGRAMA



PROGRAMA
RAFAELA + SUSTENTABLE

Promover el desarrollo de actividades socio-económicas que ayuden a restablecer o regenerar la calidad ambiental de la ciudad



MAS TRANSFORMACIÓN DE RESIDUOS EN MATERIAS PRIMAS.
MAS REDUCCIÓN Y CONSUMO RESPONSABLE



MAS CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD
MAS PRODUCCIÓN LOCAL DE VERDE URBANO



MAS PRODUCCIÓN DISTRIBUIDA DE ENERGÍAS LIMPIAS
MAS USO RACIONAL DE LA ENERGÍA
MAS MOVILIDAD SUSTENTABLE Y SEGURA



MAS AHORRO Y PRODUCCIÓN LOCAL DE AGUA

+ inclusión laboral
+ empleo verde
+ cohesión social
+ eco-emprendimientos
+ articulación institucional
+ visión sistémica

UN PROYECTO DE TODO/AS





Energías renovables y eficiencia energética





PLAZA ALIMENTADA A ENERGÍA SOLAR – ILUMINACIÓN LED



SEMÁFORO LED SOLAR



PLAN SOLAR TÉRMICO

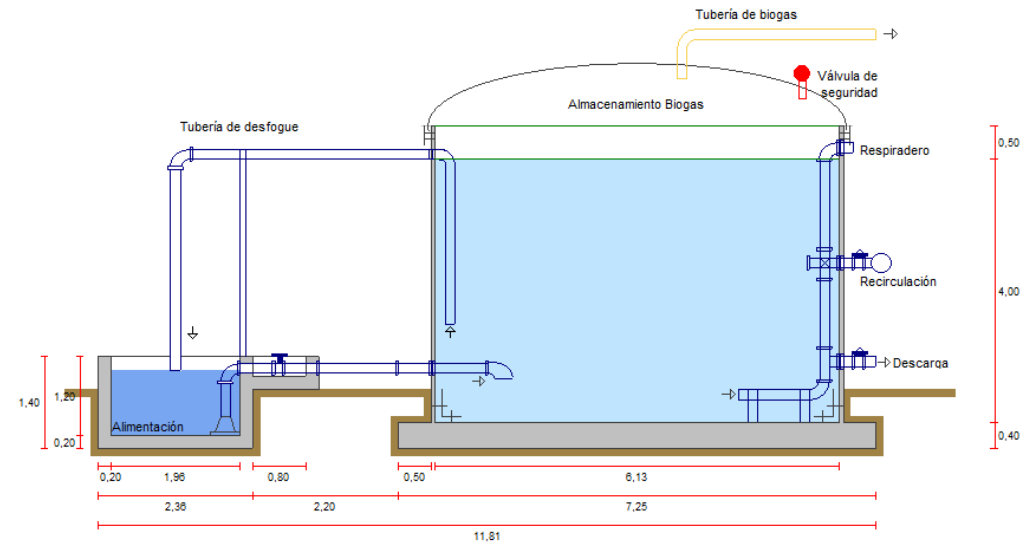




PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLE



PLANTA DE BIOGÁS MODELO





- **PROGRAMA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL PALACIO MUNICIPAL**
- **PROGRAMA NACIONAL DE EFICIENCIA ENERGÉTICA**
- **PROGRAMA FEDERAL DE PRODUCCIÓN + LIMPIA**





DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO GENERAL

La Municipalidad de Rafaela posee en el predio donde se encuentra el Complejo Ambiental Rafaela (ex relleno sanitario) con una superficie de 33 ha.

En el año 2012 por ordenanza municipal se destina 2 ha. La creación de un **Parque Tecnológico Del Reciclado** orientado a la instalación de industrias de valorización de residuos.

El Parque Tecnológico procura integrar en una secuencia lógica desde los procesos de recolección y logística, hasta la gestión, el tratamiento, la creación de materias de segunda generación y, finalmente, cerrando el ciclo, su vuelta como nuevas materias primas al uso industrial.

La actividad principal será el reciclado, consistente en reincorporar productos del sector primario, residuos domiciliarios e industriales al ciclo de producción o de consumo, después de un proceso de transformación respetuoso con el medio ambiente.



PARQUE TECNOLÓGICO DEL RECICLADO



- P. 0 ERC voluminosos
- P. 1 Planta de recupero
- P. 2 Sala de Usos Múltiples
- P. 3 Plantas de biocombustibles
- P. 4 Planta de compactación metales
- P. 5 Planta de biometano
- P. 6 Planta de tratamientos plásticos
- P. 7 Planta de tratamiento de neumáticos
- P. 8 Planta de tratamiento de AMU
- P. 9 Planta chipeado y compostage
- P. 10 Planta de áridos



**PLANTA DE
RECUPERO**

**SALA DE USO
MÚLTIPLES**





**PLANTA DE
BIOCOMBUSTIBLE**

**PLANTA DE
BIOMETANO**





PLANTA DE VALORIZACIÓN DE PLÁSTICOS

CENTRO ACOPIO RESIDUOS ESPECIALES





**PLANTA DE CHIPEADO
Y COMPOSTAJE**



PRIMERA ETAPA - PLANTA PILOTO DE BIODIGESTIÓN

Como vimos en unas de las parcelas se utilizó para la ejecución del proyecto de la planta piloto de biodigestión / biometano.

El monto de inversión para esta planta fue aportado en un 80% por la Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, el 20% restante lo aportó la Municipalidad de Rafaela





La misma tiene como propósitos:

- a) Desarrollar tecnologías y cadena de proveedores locales de biodigestión y biometano.
- b) Funcionar como modelo a escala para certificar procesos y tecnologías.
- c) Funcionar como modelo a escala para el tratamiento de residuos industriales, particularmente del sector lácteo y frigorífico, así como también residuos sólidos urbanos previamente clasificados especialmente para el diseño de la segunda etapa del proyecto general.
- d) Aportar un modelo a escala para la realización de ensayos requeridos por el sistema científico tecnológico local (UTN, INTI, INTA).





La planta piloto de biodigestión/biometano requerirá una carga orgánica volumétrica de $2,4 \text{ kg/m}^3/\text{día}$ y el tiempo de retención hidráulica de 36 días. Esto significa que 1,25 ton/día aproximadamente de residuos orgánicos bien clasificados, serán valorizados para generar energía eléctrica o biometano para GNC o inyección a gasoductos limitado.

La producción de biogás estimada es unos $140 \text{ m}^3/\text{día}$ y de $50.000 \text{ m}^3/\text{año}$ y la producción de metano será de cercana a los $100 \text{ m}^3/\text{día}$, lo que equivale a $36.500 \text{ m}^3/\text{año}$.

Con esta producción de gas se estima que se puede generar energía eléctrica con un generador de una potencia de 12 kW eléctricos, equivalentes a generar 104.000 kWh/año.





CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA PLANTA

BIODIGESTOR

- Material: Placas de hormigón premoldeado (H21 de 1.25 x 4.5 x 0.15 mts). Uniones mediante vinculación metálica con hormigón H21 y grouting.
- Capacidad: 136 m³ (útil 120 m³)
- Lona de cobertura: construida en PEAD con refuerzo de tela. Fijación mediante entablillado sujetado con burlonería.
- Sistema de agitación: Marca Crismet. Modelo IMR-200-LCE. Eje fijo con motor exterior mediante acoplamiento bridado. Motor trifásico 2 hp (IP55). Longitud de eje de 700 mm. 420 rpm. Agitación mediante recirculación de líquido por bombeo.
- Capacidad de almacenamiento de gas: 22 m³
- Aislación de digestor: lana de vidrio de 50 mm revestida en chapa trapezoidal.
- Sustrato: residuo de tambo/ FORSU/residuos industriales
- Renovación diaria prevista: 4 m³
- Potencial de generación: 138 m³/día
- Válvula de alivio: Apertura: 15 mBar - Cierre: 7 mBar



TANQUE ALIMENTACIÓN

- Material: Hormigón premoldeado (H21)
- Capacidad: 3.6 m³
- Triturador de FORSU:
 - Capacidad de trituración: 1000 kg/h.
 - Motor 3 kW trifásico con motoreductor.
 - Estructura galvanizada en caliente.
- Tornillo de transporte/elevación:
 - Longitud: 2.1 mts
 - Diámetro: 0.15 mts
 - Capacidad de transporte: 1000 kg/h
 - Estructura galvanizada en caliente
- Agitación: Sistema de agitación externo con eje extendido marca Crismet, Mod DR-200-P. Motor trifásico 2 Hp (IP55) con sistema de anclaje mediante fijación parcial. 1450 rpm.



TANQUE DESCARGA

- Material: Hormigón premoldeado (H21)
- Capacidad: 11 m³
- Extracción: Biol para carga de camiones mediante bombeo
Fertilizante solido mediante secado en fondo
- Posibilidad de reflujo para aporte de fracción liquida en ingreso de materiales con poca humedad.

SISTEMA DE FILTRADO Y GENERACIÓN

- Turbina regenerativa: Marca Indutra. Motor de 0,7 kW con Q=25 m³/h y .P=225 mBar.
- Filtración: Filtración de partículas mediante filtro Y y posterior expansión.
Filtración de H₂S mediante cama de carbón activado.
- Sistema de regulación: Convencional, de Preg=20 mBar
- Grupo electrógeno: Marca Bounous 11 kW monofásico con tablero y cabina insonorizada. FP=0.8. Consumo especifico de biogás: 0.8-1 m³/h



MOVIMIENTO DE FLUIDOS

- Todo movimiento de fluidos (líquidos y gaseosos) se producen en el interior de cañería de PEAD (polietileno de alta densidad) unida mediante electrofusión.
- Las vinculaciones se producen mediante uniones bridadas.
- Todo movimiento de líquidos (ingreso, recirculado, extracción y carga) es realizado por una bomba a tornillo (Marso Pumps) con motor 5,5 hp con reductor con salida 300 rpm, $Q=12 \text{ m}^3/\text{h}$ a $P=4 \text{ Bar}$.
- Las operaciones de cambio se realizan mediante el accionamiento de válvulas wafer (Marca Genebre, Mod. 210912). de manera manual.

SISTEMA DE CALEFACCIÓN

- Generación de calor: generación de agua caliente a 65°C mediante caldera Marca Fontanet, modelo SM-350 con capacidad térmica de 53.000 kCal/h.
- Sistema de bombeo: recirculación mediante bomba Ebara mod, Motor 1 hp, $Q=50\text{-}275 \text{ l/min}$, $H=8\text{-}19 \text{ m.c.a.}$
- Calefacción: sistema integrado a las paredes del digestor con caño PEX con una longitud total de 480 mts, $\varnothing 19 \times 1,6 \text{ mm}$.



CENTRO DE COMANDO Y SEGURIDAD

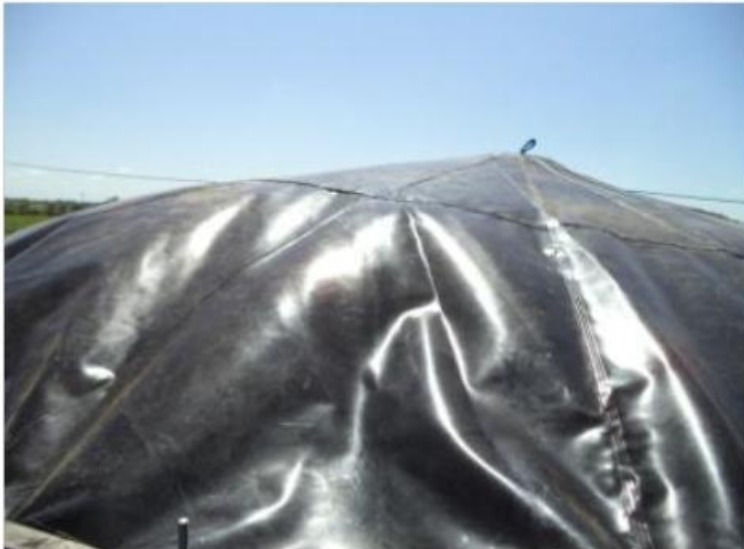
- Gabinete: De chapa, Modelo 600x600x225. Marca Genrod serie 9000.
- Accionamiento: contactores de diversas potencias con bobina 220V. Marca Schneider.
- Protecciones: Disyuntor y guardamotores. Marca Schneider.
- Botoneras: botoneras de encendido y apagado de bombas/motores. Marca Schneider.
- Testigos: luces de neón verde indicadoras de encendido. Marca Schneider.
- Seguridad: tanto el tablero eléctrico como cada unidad eléctrica con contenido metálico esta individualizada con una puesta a tierra para evitar posibles descargas sobre el personal de operación.



Sistema de calefacción interior



Aislación térmica y revestimiento



Lona de recubrimiento



Digestor



Filtro de Sulfuros



Tanque de descarga





Caldera para calefacción de digester



Bomba multipropósito y cañerías



Motor exterior del agitador





Sistema para carga de biol en camiones



Generador

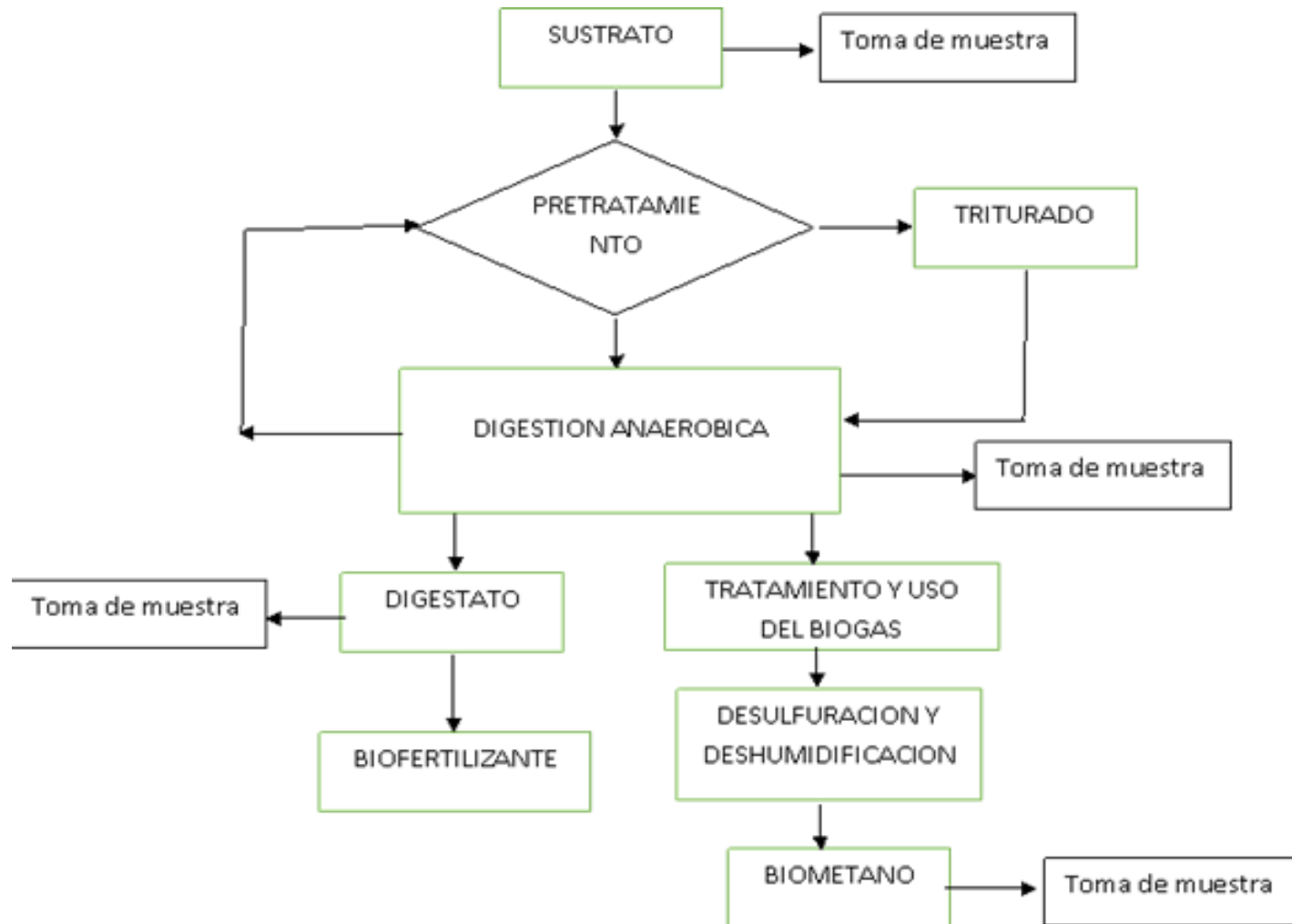


Tablero eléctrico





DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO





SEGUNDA ETAPA – PROYECTO CON MINCyT

Proyecto de “Desarrollo y certificación de una planta de biogás para el tratamiento de residuos sólidos urbanos y agroindustriales, y un sistema de enriquecimiento de biometano para uso vehicular.”

Se firmó un convenio entre el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva y la Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Rafaela, en su carácter de Unidad de Vinculación Tecnológica para el desarrollo del mismo en el beneficiario es la Municipalidad de la ciudad de Rafaela la que recibe un subsidio de Pesos Ochocientos Mil (\$ 800.000) para el desarrollo del proyecto.

El objetivo de este proyecto es el aprovechamiento de los residuos orgánicos agroindustriales y sólidos urbanos para la generación de energía a través de una planta de biogás modelo, así como el diseño, construcción y certificación de un filtro de gases para la obtención de biometano, para uso vehicular.

Este producto será utilizado como combustible de algunos vehículos municipales y abastecer un pequeño gasoducto aislado en uno de los barrios de la ciudad.



ENTIDADES INTERVINIENTES EN EL PROYECTO

MUNICIPALIDAD DE RAFAELA: Instalaciones, profesionales, logística, otros

UTN – FAC. REG. RAFAELA: Certificación de la tecnología de biodigestión y de la calidad de biometano. Análisis de laboratorio físico químicos de biogás y biometano. Análisis físico y químicos de laboratorio (sustratos y biofertilizantes). Caracterización del Sustrato - Pre tratamiento – Caracterización de biofertilizantes (líquido y sólido) - Post tratamiento.

SUCESORES DE ALFREDO WILLINER S.A.: Aporte de profesionales, logística, del sustrato líquido (residuos agroindustriales).

INTA RAFAELA: Aporte de profesionales, de sustrato líquido.

INTI RAFAELA: Aporte de profesionales

ETAPAS DEL PROYECTO

Etapa 1

- a) Relevamiento de sustratos disponibles y caracterización de sustratos.
- b) Pre tratamiento de sustratos y digestión anaeróbica.
- c) Caracterización del digestato.
- d) Certificación de biodigestor

Etapa 2

Diseño, construcción y certificación de filtro de biogás.

Etapa 3

Propuesta de standard nacional para calidad de biometano



IMPACTO ESPERADO TRAS LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

- a) Una matriz de caracterización de sustratos.
- b) Homologación y certificación de procesos y diseños de equipamiento para biodigestión anaeróbica.
- c) Una caracterización bacteriológica e inhibidores.
- d) Una caracterización de digestato como fertilizante biológico.
- e) Certificación de un biodigestor modelo 100m³.
- f) Diseño, construcción y certificación tecnológica de equipamientos para el filtrado del biogás.
- g) Propuesta de standard nacional para el uso de biometano como combustible vehicular.

Las expectativas puestas para el fin de la prueba piloto de este proyecto serán:

1. El desarrollo de conocimiento en los actores participantes de este proyecto para diseñar, fabricar, instalar, certificar equipos y tecnologías de valorización y tratamiento de efluentes líquido agroindustriales y residuos sólidos urbanos.
2. La réplica, a nivel empresarial y público, del modelo de biodigestor y utilización de biometano para la valorización de residuos agroindustriales y sólidos urbanos.



ACTIVIDADES REALIZADAS

OBJETIVO 1 - RELEVAMIENTO DE SUSTRATOS DISPONIBLES Y CARACTERIZACIÓN DE SUSTRATOS.

En esta primera etapa se eligieron como sustratos efluentes de tambo provenientes de INTA Rafaela y residuos de la industria láctea (grasas DAF) provenientes de la empresa Sucesores de Williner SA. Las características bioquímicas que presenten estos residuos deben permitir el desarrollo y la actividad microbiana del sistema anaeróbico. Dicho proceso microbiológico no solo requiere de fuentes de carbono y nitrógeno sino que también deben estar presentes en un cierto equilibrio sales minerales (azufre, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, molibdeno, zinc, cobalto, selenio, tungsteno, níquel y otros menores).

Para la caracterización del sustrato de biodigestión se procedió a la toma de muestras. Toma de muestra y análisis del sustrato. Se tomó la muestra en frasco estéril previa a la incorporación del sustrato al biodigestor. Se realizaron las siguientes determinaciones: - pH, Nitrógeno total, Nitrógeno amoniacal, Sólidos totales (ST), Sólidos volátiles (SV), DQO, DBO, Fósforo total, Sulfato (si es posible), Sulfuros, Potasio, Sodio, Calcio, Magnesio, Cobre, Zinc, Cromo, Níquel.



Caracterización de efluente de tambo proveniente de INTA Rafaela.

pH	7,46 ± 0,05
Sólidos Totales (mg/L)	14701 ± 3506 (1,5%)
Sólidos volátiles (mg/L)	4711 ± 1089 (31,9%)
DQO	14218 ± 6489
DBO	3038 ± 979
NT (mg/L)	653,8 ± 73,09
NH ₄ ⁺ (mg/L)	573,1 ± 20,64
NH ₄ ⁺ expresado como N (mg/L)	445,7 ± 16,06
Nitrógeno Orgánico expresado como N (mg/L)	208,1 ± 67,35
Potasio (mg/L)	617 ± 35,8
Sodio (mg/L)	948 ± 87,3
Cobre (mg/L)	ND
Zinc (mg/L)	0,10 ± 0,02
Cromo (mg/L)	ND
Níquel (mg/L)	ND
Magnesio (mg/L)	68 ± 8,34
Calcio (mg/L)	130 ± 24,6
Fósforo Total (mg/L)	44,82 ± 3,950
Sulfuros (mg/L)	52,5 ± 19,4



Caracterización de grasas DAF de la empresa Sucesores de Williner S.A.

pH	6,43 ± 0,13
Sólidos Totales (g/100g de muestra)	7,1 ± 0,25 (7,1%)
Sólidos volátiles (g/100g de muestra seca)	80,87 ± 0,669 (80,7%)
DQO (mg/Kg)	71733 ± 18257
DBO (mg/Kg)	51990 ± 8408
NT (mg /100 g de muestra)	541,5 ± 260,1
NH ₄ ⁺ (mg /100 g de muestra)	317,8 ± 163,6
NH ₄ ⁺ expresado como N (mg /100 g de muestra)	247,1 ± 127,3
Nitrógeno Orgánico expresado como N (mg /100 g de muestra)	288 ± 141
Potasio (mg/kg)	215 ± 53,4
Sodio (mg/kg)	950 ± 115
Cobre (mg/kg)	ND
Zinc (mg/kg)	3,5 ± 076
Cromo (mg/kg)	ND
Níquel (mg/kg)	ND
Magnesio (mg/kg)	193 ± 43,5
Calcio (mg/kg)	2396 ± 342
Fósforo Total (mg/l)	205 ± 72,5
Sulfuros (mg/l)	103,6 ± 12,97



Caracterización de la mezcla introducida en el biodigestor

pH	6,89 ± 0,04
Sólidos Totales (mg/l)	29515 ± 3501 (2,9%)
Sólidos volátiles (mg/l)	19449 ± 2433 (65,8%)
DQO (mg/l)	28044 ± 1836
DBO (mg/l)	15604 ± 2018
NT (mg/l)	1211 ± 192,9
NH ₄ ⁺ (mg/l)	681,6 ± 69,19
NH ₄ ⁺ expresado como N (mg/L)	530,1 ± 53,81
Nitrógeno Orgánico expresado como N (mg/l)	680,9 ± 140,6
Potasio (mg/l)	501 ± 16,4
Sodio (mg/l)	956,5 ± 70,53
Cobre (mg/l)	ND
Zinc (mg/l)	1,58 ± 0,82
Cromo (mg/l)	ND
Níquel (mg/l)	ND
Magnesio (mg/l)	107 ± 43,1
Calcio (mg/l)	362,5 ± 121,2
Fósforo Total (mg/l)	75,23 ± 22,7
Sulfuros (mg/l)	58,8 ± 25,4



OBJETIVO 2 – PRE-TRATAMIENTO DE SUSTRATOS Y DIGESTIÓN ANAERÓBICA.

En el caso particular de la planta de biogás de la ciudad de Rafaela, previa a la incorporación al biodigestor, la mezcla del sustratos es incorporado en un tanque de alimentación durante el cual es triturada. Luego, en el mismo la mezcla es homogenizada mediante un sistema de agitación antes de su incorporación al reactor.

Tanque de Ingreso. Sistema de trituración y alimentación



Tanque de ingreso. Agitador





OBJETIVO 3 - CARACTERIZACIÓN DEL DIGESTATO.

Debido a los inconvenientes surgidos durante la puesta en marcha de la planta, no se obtuvieron datos de caracterización de digestatos finales. Sin embargo, durante el tiempo que duro el proceso se realizaron estudios de pH,, los cuales proporcionan una prueba sobre la salud que tuvo la planta de biogás mientras duro el proceso.

Se definió un procedimiento para la toma de muestra planta biogás

Fecha	29/09/2014	02/10/2014	07/10/2014	14/10/2014	20/10/2014	27/10/2014
pH	6,78	7,05	7,22	7,29	7,47	7,63
FOS/TAC	0,48	0,48	0,51	0,43	0,33	0,29
DQO	8466		6761		5226	
DBO5	6648		3288		2320	



OBJETIVO 4 - CERTIFICACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DEL BIODIGESTOR

Se presentó un protocolo que guía el proceso de certificación del funcionamiento de los componentes de la planta de biodigestión

Verificación previas de equipos antes de la puesta en marcha

- 1) Como primera acción se deberá hacer una serie de verificaciones en la planta de biodigestión previa a su puesta en funcionamiento para asegurar un correcto funcionamiento del mismo.
- 2) Verificar el correcto funcionamiento del agitador del tanque de ingreso.
- 3) Verificar el correcto funcionamiento del Sistema de trituración y alimentación.
- 4) Verificar el correcto funcionamiento del motor de las palas.
- 5) Verificar el correcto funcionamiento del agitador del biodigestor.
- 6) Prueba de estanqueidad del biodigestor.
- 7) Controlar la posible existencia de pérdidas.
- 8) Prueba de correcto funcionamiento de la válvula de seguridad.
- 9) Determinación y marcado de altura máxima de llenado de tanque para que sirva de control.



- 10) Verificar el correcto funcionamiento de la Bomba multipropósito, cañerías y de las distintas válvulas que permiten el llenado del digestor, la recirculación, etc.
- 11) Verificar el correcto funcionamiento termotanque industrial para calefacción.
- 12) Verificar si el biodigestor se calefacción.
- 13) Verificar la aislación térmica y revestimiento.
- 14) Verificar el correcto funcionamiento del generador de energía eléctrica.

Se definió un procedimiento para la evaluación de componentes de la planta de biogás.



Actividad	Verificación a realizar	Rango óptimo de funcionamiento	Funciona adecuadamente		Observaciones
			Sí	No	
Verificar el correcto funcionamiento del agitador del tanque de ingreso.	Se procederá a poner en funcionamiento el agitador y se verificará que funcione correctamente	- Corriente Nominal: 4.2 A - 1450 rpm - P=2.2kw - Sentido de giro según flecha indicadora - A simple vista no se deben percibir vibraciones en el eje	X		
Verificar el correcto funcionamiento del sistema de trituración y alimentación	El sistema de trituración se colocará cuando se necesite triturar la carga, en ese caso se verificará su funcionamiento	- Corriente Nominal: 5.8 A - P=3 kw - Verificar sentido de giro descendiente de las muelas			No se verificó por el digestato utilizado
Verificar el correcto funcionamiento del agitador del biodigestor	Previo al llenado se verificará que las paletas del agitador funcionen adecuadamente	- Según flecha indicadora sobre caja reductora - Se comprueba la ausencia de vibraciones sobre el eje. - Se controla nivel de aceite en caja reductora.	X		
Prueba de estanqueidad del biodigestor	Antes de cargado del biodigestor se procederá a inyectarle aire y se verificará el inflado del sistema de cobertura	- Presión de trabajo del digestor de 3 a 15 mbar.	X		Se realizó prueba hidráulica y se comprobó el funcionamiento de la válvula de seguridad con Presión de apertura a 20 mbar
Controlar la posible existencia de pérdidas	Se mantendrá inflado el sistema de cobertura y se verificará que no haya pérdidas	Pérdidas=0 m3/h	X		No se detectaron pérdidas
Prueba de correcto funcionamiento de la válvula de seguridad	El fabricante deberá hacer la verificación del correcto funcionamiento de esta válvula de manera que permita evacuar el caudal de fluido necesario de tal forma que no se sobrepase la presión de timbre del elemento protegido	Presión de apertura: 20 mbar Presión de cierre: 15 mbar	X		



Actividad	Verificación a realizar	Rango óptimo de funcionamiento	Funciona adecuadamente		Observaciones
			Sí	No	
Verificar el correcto funcionamiento de la bomba multipropósito, cañerías y de las distintas válvulas que permiten el llenado del digestor, la recirculación, etc.	Se procederá a verificar el adecuado funcionamiento de la bomba de la cañerías y de las distintas válvulas para lo cual se hará una prueba en cada uno de los estados de las válvulas	<p>- P=5.5 hp</p> <p>- Corriente nominal: 7.7A</p> <p>- Presión de salida: 4 bar</p> <p>- No se deberán visualizar pérdidas ni en bomba ni en bridas o electrofusiones.</p> <p>- Se deberá comprobar sentido de giro según se indica en reductor.</p>	X		
Verificar el correcto funcionamiento termotanque industrial para calefacción	Este equipo permitirá calefacciones el digestor, se procederá al encendido del mismo y a controlar la temperatura a	Temperatura del agua de salida: 65°C	X		
Verificar funcionamiento de bomba de recirculación de fluido de calefacción.	Esta bomba permite realizar el movimiento del líquido que transfiere el calor hacia las paredes del digestor.	<p>- Corriente Nominal: 2.2 A</p> <p>- 1450 rpm</p> <p>- Sentido de giro según flecha indicadora</p> <p>- A simple vista no se deben percibir ruidos extraños</p>	X		
Verificar transferencia de calor en biodigestor	Una vez en funcionamiento el digestor, se controlara la temperatura en el sustrato.	Temperatura del sustrato en el interior del digestor antes de ingresar nuevo sustrato= 32°C	X		A realizarse mediante las canillas de inspección sobre cañería de recirculación.
Verificar la aislación térmica y revestimiento	Se verificara que no haya perdidas de calor, la misma se puede hacer controlado la temperatura exterior del digestor	<p>Temperatura de silo=40°C</p> <p>Temperatura exterior de la aislación= temperatura ambiente</p>			No se realizó esta verificación
Verificar el correcto funcionamiento del generador de energía eléctrica	Una vez que el digestor entre en régimen se pondrá en funcionamiento el generador y se controlara su correcto funcionamiento				No se puso en funcionamiento



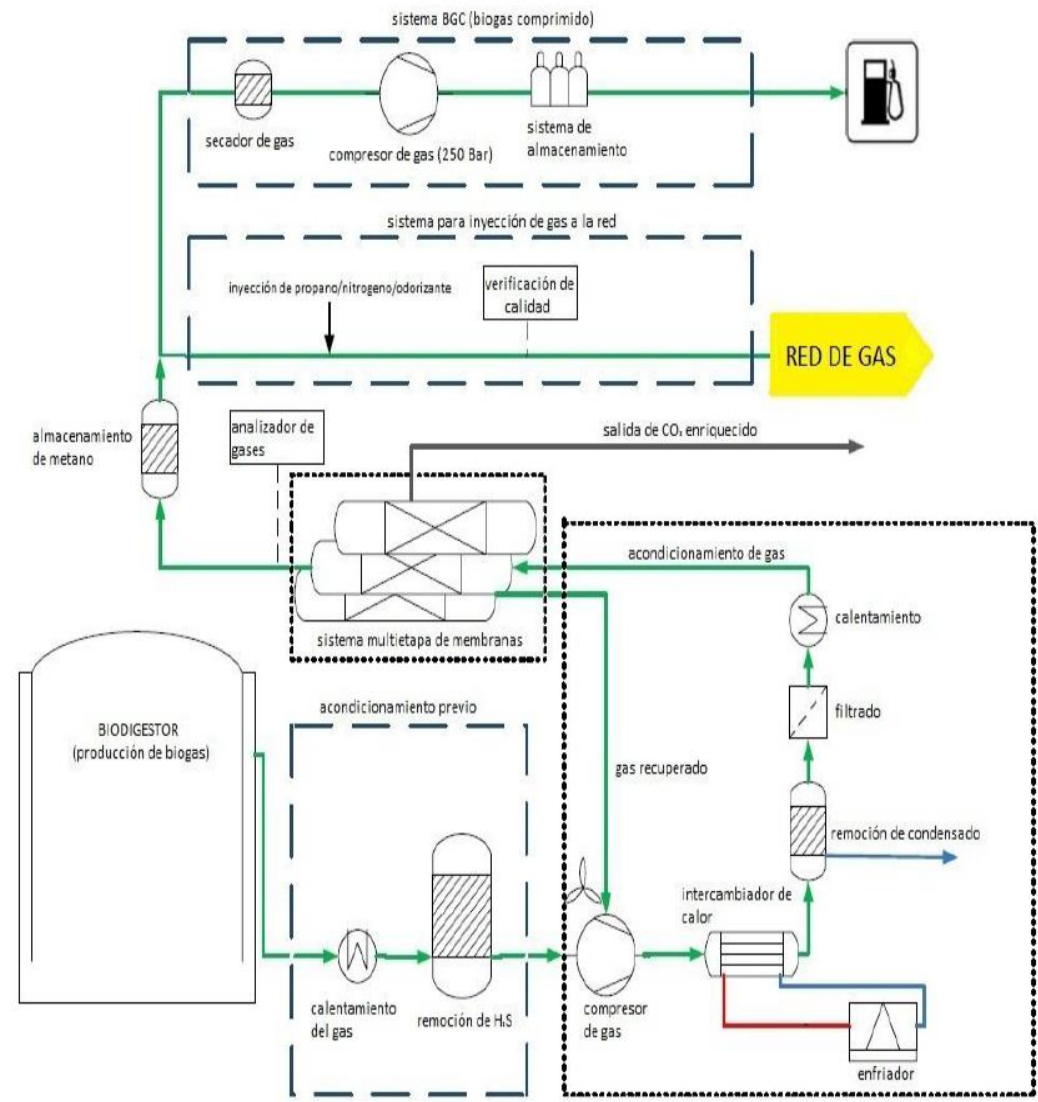
OBJETIVO 5 - PRODUCTO ENERGÉTICO OBTENIDO, BIOGÁS (Caracterización de gases).

Debido a los inconvenientes surgidos durante la puesta en marcha de la planta, específicamente rotura del sistema de cobertura y del eje central por tormenta, no se pudo obtener biogás para su posterior análisis.



Etapa 2 - Diseño, construcción y certificación de filtro de biogás. Se está trabajando en un sistema de purificación de biogás

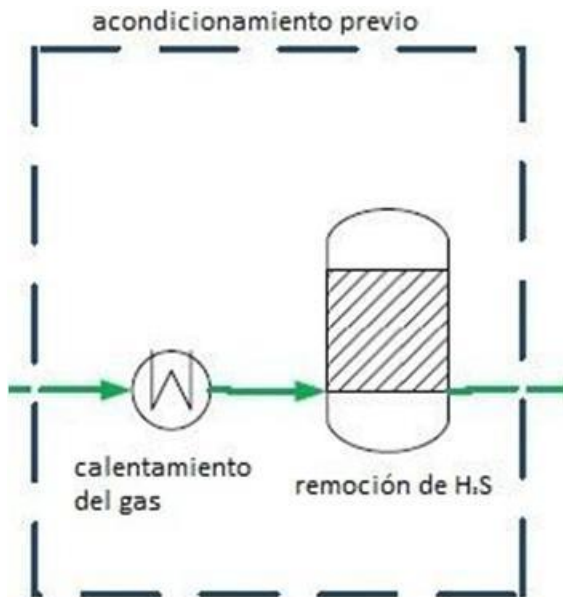
ESQUEMA DE LA PLANTA COMPLETA





Acondicionamiento previo

El acondicionamiento previo consiste en el calentamiento del biogás el cual se logra mediante una turbina elevadora de presión. Esta turbina tiene la función de levantar la temperatura del gas para evitar condensaciones y de elevar la presión lo suficiente para el ingreso al compresor de gas. Luego de calentar y elevar su presión, el gas circula por el filtro de remoción de H_2S , mediante el paso por una cama de carbón activado. Finalmente se almacena en un tanque pulmón $N^{\circ}1$ para la alimentación del proceso de compresión posterior.





Proceso de compresión

En esta etapa el compresor toma gas proveniente de dos líneas, por un lado la alimentación del digestor y por una segunda línea de recirculación de la línea ya comprimida. En este proceso se lleva a cabo una compresión del gas ya filtrado, elevándolo a una presión de 12 Bar. Luego circula por un enfriador, el cual descende la temperatura del gas por debajo del punto de rocío para hacer condensar el agua contenida en la mezcla, para así lograr obtener un gas seco que no afecte el sistema de filtrado ni el posterior elemento de consumo.

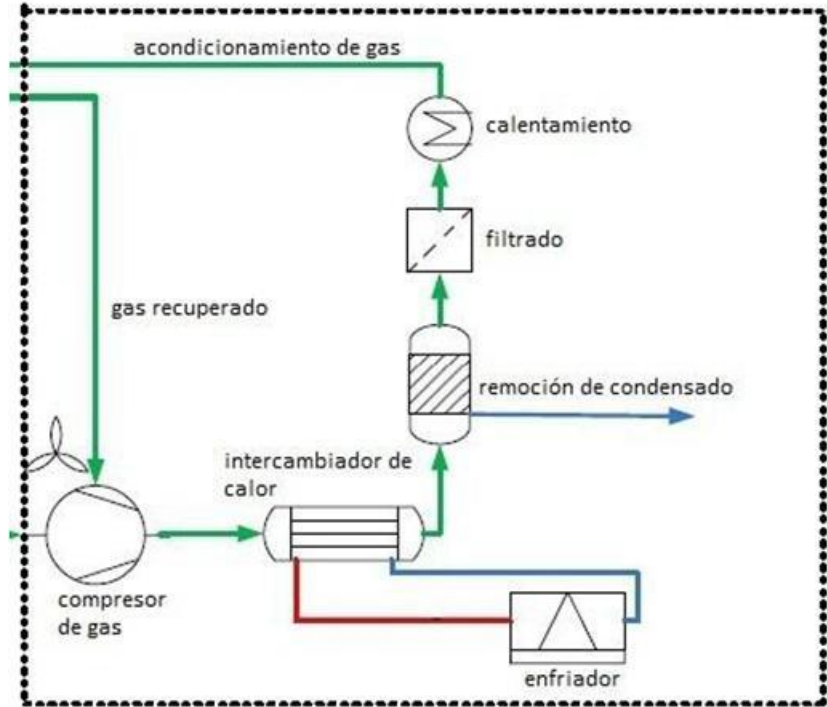
Finalmente el gas ya secado pasa por un tanque pulmón de almacenamiento para el posterior proceso de purificación. Al salir del tanque N°2, el biogás es calentado al circular por la cañería para ingresar en el proceso de purificación según los requerimientos necesarios.

Para este proceso se está firmando un convenio con la empresa **VMC Refrigeración S.A.** que aportará el equipamiento de compresión y refrigeración de biometano.



ENERGÍA

PLANTA DE BIOGÁS MODELO



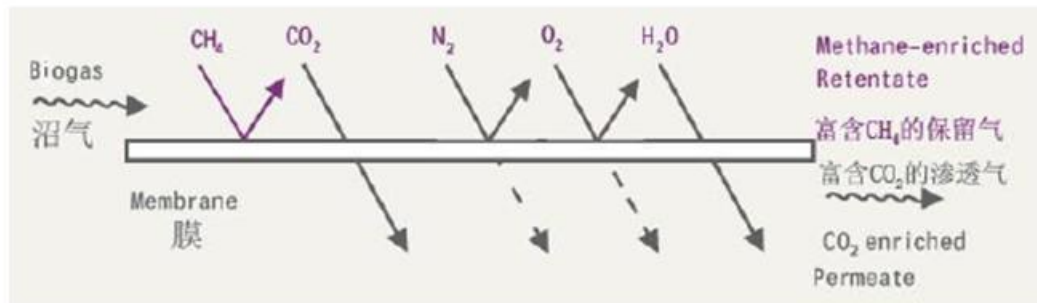
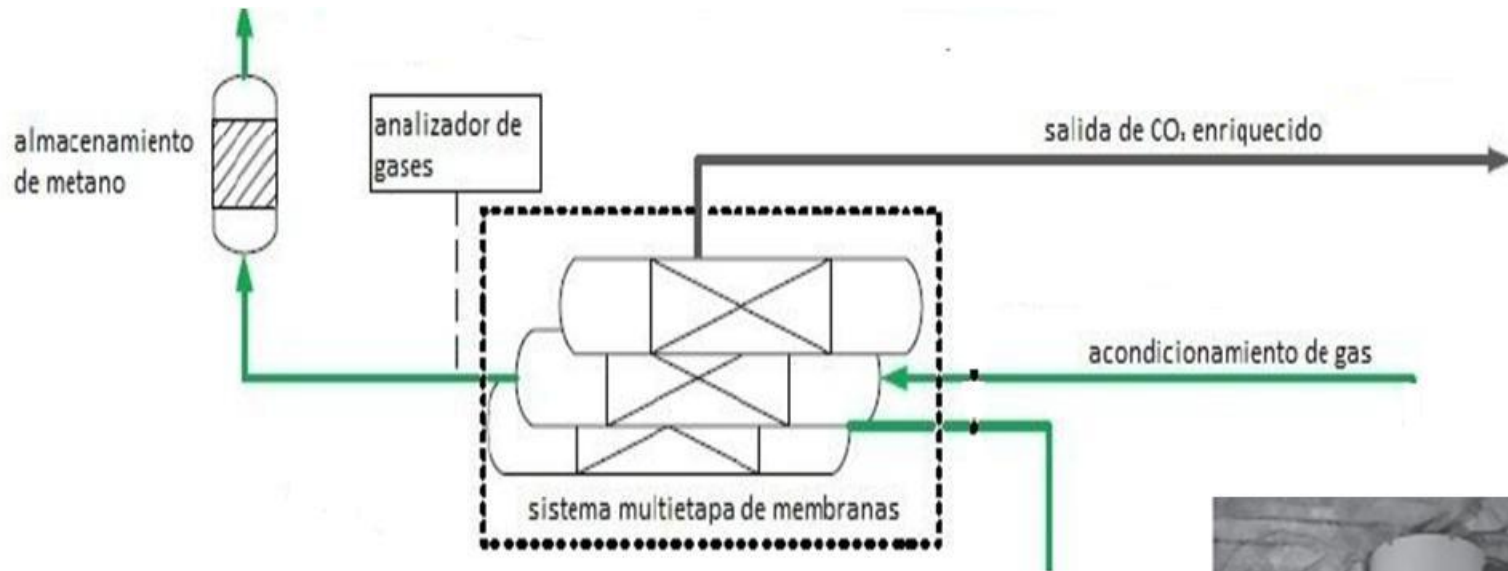


Proceso de purificación

El proceso mediante el cual se hará el enriquecimiento del biogás consiste en un sistema de separación por membranas sintéticas (MS).

Conceptualmente el funcionamiento de la membrana consiste en ser un elemento no permeable para gases como el metano (CH_4) y permeable para el dióxido de carbono (CO_2). De esta manera se produce la separación de gases, la cual dependerá en su eficiencia del flujo de la mezcla (m^3/h) y de la selectividad con la que cuente la membrana (capacidad para seleccionar que gases dejar pasar y cuáles no). Estas membranas se encuentran en el interior de cartuchos de acero inoxidable AISI316 donde este proceso surge efecto. Cuentan con un orificio de ingreso y dos orificios de salida, todos roscados en el mismo diámetro.

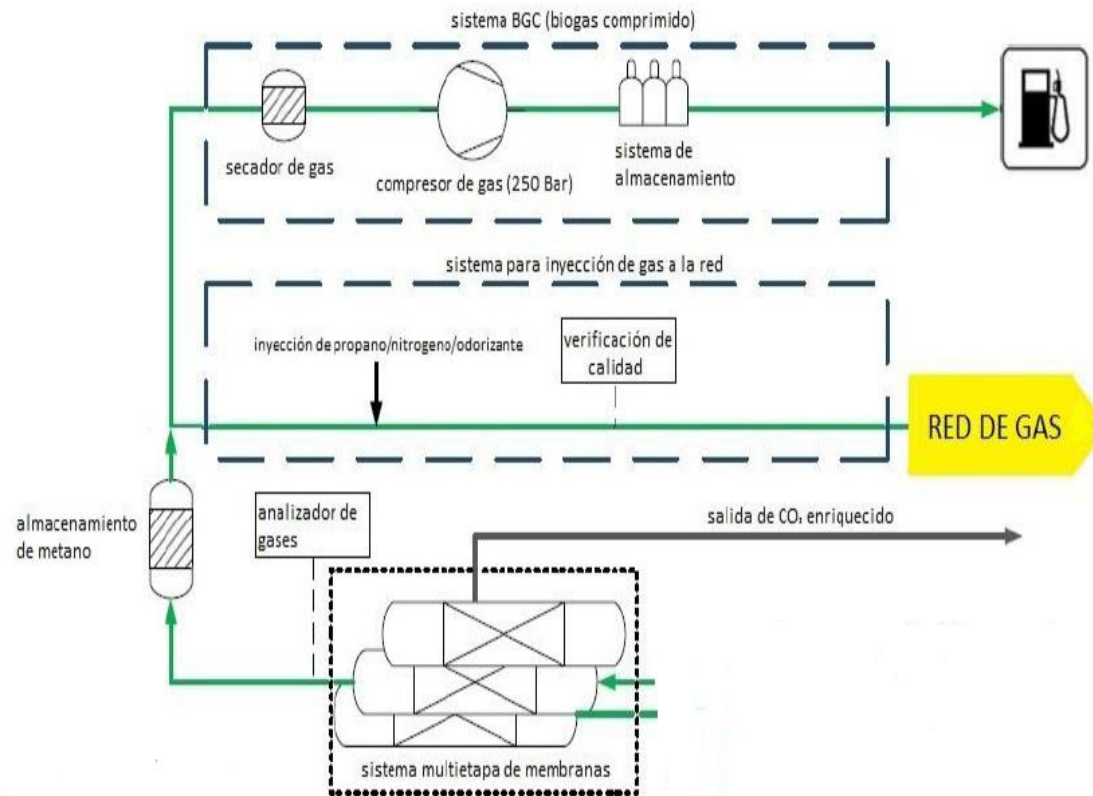
Los datos técnicos del sistema de purificación exigen una entrada de gas a una temperatura de 45°C por lo que el biogás circula previo al ingreso al sistema de purificación por el interior de un caño camisa, por donde se circula agua a temperatura por la camisa para lograr la temperatura deseada. El exterior del caño se encuentra envuelto en una aislación de lana de vidrio mineral recubierta por chapa de aluminio para su protección mecánica.





Disposición de gases

Los gases ya separados (metano y dióxido de carbono) serán conducidos por cañerías individuales hacia distintos puntos del almacenaje. Para el caso del CO₂ existe la posibilidad de almacenarlo o ventearlo a los 4 vientos en función de la conveniencia o no de almacenarlo para poder obtener un rédito del mismo. En el caso del metano purificado se dispone de un almacenamiento de mayor capacidad (2 unidades de 1m³ cada una) para garantizar la provisión de un caudal de metano suficiente para ser comprimido por un compresor de GNC tradicional.





Sistema de control

El sistema de control está ubicado en un gabinete fuera del área de operación del sistema por razones de seguridad. Éste controla las variables del sistema de purificación. Dentro de las variables monitoreadas para corroborar el funcionamiento se encuentran los siguientes dispositivos instalados sobre el sistema de purificación:

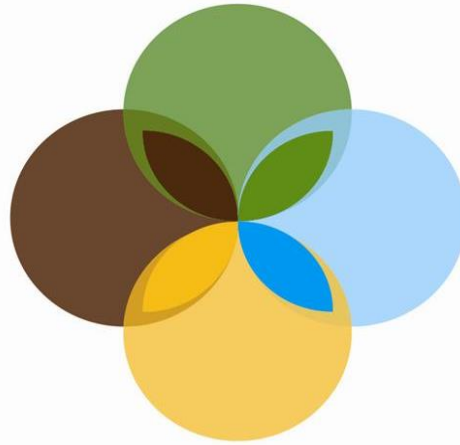
Transmisor de presión pre filtrado de H_2S , transmisor de presión de ingreso al compresor (almacenaje N°1), transmisor de presión de almacenaje N°2, transmisor de presión de salida de sistema de filtrado, termoresistencia con transmisor y cabezal de ingreso a compresor, termoresistencia con transmisor y cabezal de salida de compresor, termoresistencia con transmisor y cabezal de salida de secado de biogás, termoresistencia con transmisor y cabezal en ingreso a sistema de filtrado, medidor de caudal másico de ingreso a sistema de filtrado, medidor de caudal másico en línea de metano, detector de gases inflamables y analizador de gases



CONCLUSIONES

- La posibilidad de desarrollar una planta de biogás y un sistema de enriquecimiento de biogás que permita **transformar los residuos agroindustriales y sólidos urbanos** en biometano, sustituto del GNC.
- El desarrollo local de estas nuevas tecnologías traerá beneficios sociales, mejora de la **calidad ambiental** de la ciudad, generación de **nuevos empleos**, desarrollo de **nuevas empresas**, ya que se podrá disponer de una tecnología que se puede replicar, e institucionales ya que genera un entorno de innovación hacia nuevos productos.
- El aprovechamiento energético de los residuos agroindustriales y sólidos urbanos trae un impacto ambiental, económico y productivo positivo, ya que permite la **sustitución** de combustibles fósiles y disminuye sensiblemente la **emisión de gases** de efecto invernadero al ambiente reduciendo así los efectos del cambio climático, así como también una reducción significativa del impacto ambiental generado por el enterramiento y disposición final de este tipo de residuos

MUCHAS GRACIAS



PROGRAMA
RAFAELA + SUSTENTABLE

Hacemos ciudad. Cuidamos el ambiente.

www.rafaela-sustentable.com.ar | rafaelasustentable@rafaela.gov.ar



Ciudad de **Rafaela**



unitar Premio América 2011
United Nations Institute for Training and Research